

PCT/EP+ 99/0 1062
BUNDESPUBLIK DEUTSCHLAND

09/601838

**PRIORITY
DOCUMENT**

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)



REC'D	08 APR 1999
WIPO	PCT

EP 99/1062

#41 PD
mm
4/2/01

Bescheinigung

Die Firma DMC Uwe SCHNEPF in St Augustin/Deutschland hat eine Patentanmeldung unter der Bezeichnung

"Kamera Tracking System für ein virtuelles Fernseh- oder Videostudio"

am 18. Februar 1998 beim Deutschen Patent- und Markenamt eingereicht.

Die Anmeldung ist auf die Firma GMD - Forschungszentrum Informationstechnik GmbH in Sankt Augustin/Deutschland umgeschrieben worden.

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

Die Anmeldung hat im Deutschen Patent- und Markenamt vorläufig das Symbol H 04 N 5/247 der Internationalen Patentklassifikation erhalten.

München, den 1. März 1999

Deutsches Patent- und Markenamt

Der Präsident

Im Auftrag

Hiebinger



Aktenzeichen: 198 06 646.5

N 24.03.99
1

Anmelder:

DMC Uwe SCHNEPF
Rathausallee 10
D-53757 St. Augustin, DE

Kassel, den 17. Februar 1998
Anwaltsakte 17381

Vertreter:

Patentanwälte
Walther · Walther & Hinz
Heimradstr. 2
D-34130 Kassel, DE

KAMERA TRACKING SYSTEM FÜR

EIN VIRTUELLES FERNSEH- ODER VIDEOSTUDIO

Die vorliegende Erfindung betrifft ein neuartiges Kamera Tracking System
für ein virtuelles Fernseh- oder Videostudio.

Zur Produktion von virtuellen Film- oder Videosequenzen werden in einer speziellen Vorrichtung die von einer Kamera aufgenommenen Bilder, beispielsweise einer Person, mit einem in Wirklichkeit nicht vorhandenen (deshalb auch virtuellen) Hintergrund oder anderen, in der Vorrichtung erzeugten Details kombiniert. Damit die von der Kamera aufgenommene Person präzise und lagetreu in den virtuell erstellten Hintergrund integriert werden kann, muß die jeweils momentan herrschende Position und Orientierung der Aufnahmekamera (Studiokamera) bekannt sein.

Bisher wurde die Position der Kamera ausgehend von einer Null-Stellung durch Messen des zurückgelegten Weges bzw. des zurückgelegten Winkels über entsprechende Inkrementalgeber errechnet. Hierzu ist es notwendig, an der Kamera und an ihrem Stativ (Dreibein) an jedem Gelenk und an jeder Achse entsprechende Inkrementalgeber zu installieren. Ein Nachteil dieses Systems besteht darin, daß die Inkrementalgeber lediglich den zurückgelegten Weg erfassen können, nicht aber dessen Richtung, so daß derartig ausgerüstete Kameras stets auf Schienen bewegt werden müssen, da deren Richtung bekannt ist. Hierdurch ist der Aktionskreis des Kameramanns stark eingegrenzt.

Aus der Internet Broadcast Convention IBC '97, Convention Publication Seiten 284 - 289 ist ein Kamera Tracking System bekannt, bei dem an der Kamera eine zur Studiodecke zeigende Hilfskamera angebracht ist, die an der Studiodecke montierte, Streifenkodierungen aufweisende Markierungen erfaßt. Über die von der Kamera erfaßten Streifenkodierungen kann ein entsprechender Rechner dann die exakte Position der Kamera im Studio bestimmen. Über dieses bekannte Kamera Tracking System kann zwar der Standort der Kamera im Studio bestimmt werden, jedoch müssen nach wie vor Inkrementalgeber eingesetzt werden, um die Höhe der Kamera über dem Boden, den Schwenk-, den Roll- und den Nickwinkel der Kamera zu bestimmen.

Davon ausgehend liegt der vorliegenden Erfindung die Aufgabe zugrunde ein Kamera Tracking System zu schaffen, das die Position und die Orientierung der Kamera präzise, schnell und zuverlässig bestimmt und das eine freie Bewegung der Kamera im Raum ohne Schienen, Deckenmarkierungen oder dergleichen ermöglicht.

Als technische Lösung dieser Aufgabe wird erfindungsgemäß vorgeschlagen das eingangs genannte Kamera Tracking System mit mindestens zwei, vorzugsweise fünf, an der Kamera oder an dessen Stativ anzubringenden Lichtquellen, mit mindestens zwei, vorzugsweise vier, Erfassungskameras zur bildlichen Erfassung der Lichtquellen und mit einer Recheneinheit zur Auswertung der von den Erfassungskameras erfassten Bilder weiterzubilden.

Ein nach dieser technischen Lehre ausgebildetes Kamera Tracking System hat den Vorteil, daß bei einer Bewegung der Kamera die Lichtquelle unmittelbar mitbewegt wird und daß die Position der Lichtquelle im Raum von den im Studio verteilten Erfassungskameras drahtlos erfaßt wird. Die aufgenommenen Daten werden dann unmittelbar von dem Rechner ausgewertet, so daß dem Rechner die momentane Position der Kamera im Studio bekannt ist und diese für die virtuellen Fernseh- oder Videosequenzen genutzt werden kann.

Bei einer Anbringung der Lichtquellen am Stativ wird die Position der Studiokamera im Studio ermittelt, so daß auf die bisher notwendigen Schienen verzichtet werden kann. Die momentane Lage (Orientierung) und die Höhe der Kamera über dem Boden werden bei dieser Alternative wie aus dem Stand der Technik bekannt mittels Inkrementalgeber erfasst.

Die Anbringung der Lichtquellen direkt an der Kamera bzw. an dessen Gehäuse hat weiterhin den Vorteil, daß das erfindungsgemäße Kamera

Tracking System neben der Bestimmung der Position der Kamera auf dem Fußboden (z. B. im Studio) auch die momentane Höhe der Kamera über dem Boden, der momentane Nick-, der momentane Roll- und der momentane Schwenkwinkel bestimmt werden können. Hierdurch ist es beispielsweise möglich, daß der Kameramann seine Studiokamera auf der Schulter transportiert, um eine optimale Bewegungsfreiheit zur Aufnahme der Objekte zu erhalten. In diesem Fall kann das erfindungsgemäße Kamera Tracking System sowohl die Position im Studio als auch die Lage (Höhe, Roll-, Nick- und Schwenkwinkel) der Kamera präzise, schnell und zuverlässig bestimmen.

Bei dem erfindungsgemäßen Kamera Tracking System ist es zwar möglich, mit zwei Lichtquellen und zwei Erfassungskameras eine Positionsbestimmung durchzuführen, jedoch ist es vorteilhaft, fünf Lichtquellen und vier Erfassungskameras einzusetzen. Durch die Verwendung von mehr als zwei Lichtquellen kann neben der Position der Kamera auch die Höhe oder der Rollwinkel oder der Nickwinkel oder der Schwenkwinkel bestimmt werden, da die Zuordnung der einzelnen Lichtquellen zueinander Rückschlüsse hierauf zuläßt. Durch den Einsatz von mehr als zwei Erfassungskameras kann das erfindungsgemäße Kamera Tracking System die Position der einzelnen Lichtquellen im Raum zuverlässiger bestimmen, da nunmehr redundante Daten vorliegen.

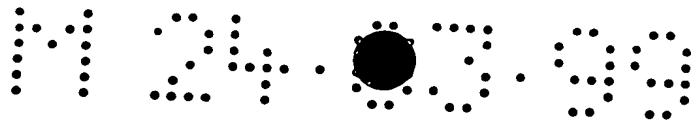
Das heißt, der angeschlossene Rechner ermittelt aus jeder Erfassungskamera eine Gerade durch die jeweilige Lichtquelle. Der Schnittpunkt dieser Geraden liegt genau in der Lichtquelle. Da sich die Geraden aufgrund von Meß- und/oder Rechenfehlern nicht exakt in einem Punkt treffen, wird über mathematische Methoden zur Fehlerminimierung ein theoretischer Schnittpunkt errechnet. Dieser theoretische Schnittpunkt entspricht um so präziser dem Ort der tatsächlichen Lichtquelle, je mehr Geraden zur Verfügung stehen.

Ein weiterer Vorteil dieses redundanten Systems besteht darin, daß dem Rechner auch dann genügend Informationen zur Bestimmung der Position und der Lage der Studiokamera zur Verfügung stehen, wenn die Lichtquellen für die eine oder die andere Erfassungskamera nicht mehr sichtbar sind oder wenn die Lichtquellen sich ungünstigerweise gegenseitig abdecken. Aus vom Anmelder durchgeführten Versuchen geht hervor, daß ein fünf Lichtquellen und vier Erfassungskameras aufweisendes Kamera Tracking System bereits eine sehr zuverlässige und sehr präzise Positions- und Lagebestimmung der Studiokamera gewährleistet. In einer vorteilhaften Ausführungsform des erfindungsgemäßen Kamera Tracking Systems werden zehn oder gar zwölf Erfassungskameras verwendet, so daß dieses Kamera Tracking System eine noch präzisere und noch zuverlässigere Bestimmung der Position und der Lage der Studiokamera erlaubt.

Die Anordnung der Erfassungskameras mindestens einen Meter oberhalb der Lichtquellen hat den Vorteil, daß hierdurch ein günstiger Blickwinkel geschaffen ist. In diesem Fall erzeugt die Bewegung der Lichtquellen (d. h. der Kamera) eine in der Erfassungskamera gut sichtbare Verschiebung der Lichtquelle auf dem jeweiligen Bildschirm, so daß hierdurch die Auswertung durch den Rechner erleichtert und präzisiert werden kann.

Die möglichst gleichmäßige Verteilung der Erfassungskameras im Studio hat den Vorteil, daß die Lichtquellen aus mehreren stark voneinander abweichenden Blickwinkeln erfaßt werden, so daß hierdurch eine zuverlässige geometrische Auswertung erreicht wird.

In einer bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Kamera Tracking Systems sind die Lichtquellen alle in einer Ebene, insbesondere auf einem Ring angeordnet. Dies hat den Vorteil, daß die Lichtquellen zwar platzsparend angeordnet sind, dennoch einen größtmöglichen Abstand voneinander aufweisen, so daß eine gute Erfassung durch die Erfassungs-



kameras möglich ist.

In einer bevorzugten Weiterbildung ist zwischen der Lichtquelle und dem Ring ein Distanzelement vorgesehen, damit die von den Lichtquellen erzeugten Reflektionen auf dem Ring möglichst gering bleiben, so daß die Lichtquelle für die Erfassungskamera wie gewünscht punktförmig erscheint.

Die Anordnung der Lichtquellen auf einem in äquidistante Abschnitte unterteilten Ring, wobei ein Abschnitt oder Fixpunkt mehr als die Gesamtzahl der Lichtquellen vorhanden sind, hat den Vorteil, daß auf dem Ring eine markante, unsymmetrische Lücke entsteht, die zur eindeutigen Zuordnung der Lichtquellen eingesetzt wird. Hierdurch wird erreicht, daß die Lichtquellen zwar möglichst alle den gleichen Abstand voneinander haben, um auf den von den Erfassungskameras erfaßten Bildern gut voneinander differenziert werden zu können, daß jedoch gleichzeitig dem Ring aus Lichtquellen eine eindeutige Richtung zugeordnet werden kann.

In einer anderen, bevorzugten Ausführungsform ist die an der Lichtquelle anliegende Betriebsspannung kleiner als die Sollspannung der Lichtquelle. Insbesondere wird bei Einsatz einer 12 Volt Halogen-Glühbirne eine Betriebsspannung von 4,5 Volt angelegt. Dies hat den Vorteil, daß die Lichtquelle überwiegend im Infrarotbereich Licht ausstrahlt und somit die allgemeine Ausleuchtung des Studios nicht beeinflußt. Ein weiterer Vorteil liegt darin, daß derartige mit einer niedrigeren Betriebsspannung versehene Lichtquellen eine höhere Lebensdauer und eine geringere Störanfälligkeit aufweisen.

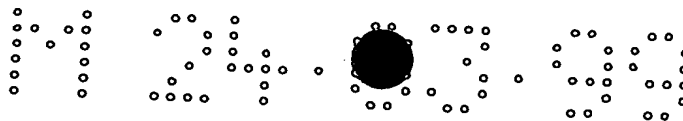
Der Einsatz von Infrarotlicht im erfindungsgemäßen Kamera Tracking System hat weiterhin den Vorteil, daß die Erfassungskameras nicht versehentlich andere im Studio befindliche Lichtquellen erfassen und daß im Studio auftretendes Streulicht unbeachtlich bleiben kann.

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform ist die Erfassungskamera eine handelsübliche CCD-TV Kamera für schwarz-weiß Aufnahmen. Solche TV Kameras sind kostengünstig erhältlich und enthalten gewöhnlicherweise einen Infrarotlicht ausfilternden Filter, da dieses Infrarotlicht für normale Anwendungen unerwünscht ist. Beim erfindungsgemäßen Kamera Tracking System wird jedoch überwiegend mit Infrarotlicht gearbeitet, so daß dieser in der CCD-TV Kamera eingebaute Infrarotfilter entfernt werden, damit die CCD-TV Kamera auch Infrarotlicht gut wahrnimmt.


In einer weiteren, vorteilhaften Ausgestaltung ist die Erfassungskamera mit einem sichtbares Licht ausfilternden und nur infrarotes Licht durchlassenden Filter versehen, damit andere im Studio befindliche Lichtquellen oder unerwünscht auftretende Reflektionen im sichtbaren Lichtbereich nicht von der Erfassungskamera wahrgenommen werden und zu einer fehlerhaften Erfassung der an der Kamera befindlichen Infrarot-Lichtquellen führen.

In der einer anderen, bevorzugten Ausführungsform weist die Erfassungskamera eine automatische Blendenregelung auf. Hierdurch kann der zur Erfassung der Lichtquellen erforderliche Lichteinfall selbständig von der Erfassungskamera gesteuert werden.


In noch einer weiteren, bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Kamera Tracking Systems arbeitet die Erfassungskamera mit einer Bildfrequenz von 50 Hertz (in Europa) bzw. 60 Hertz (in Übersee), damit die Erfassungskamera in idealer Weise mit der Studiokamera synchronisiert werden kann. Dies ist deshalb besonders vorteilhaft, weil hierdurch die Daten zur Positions- und/oder Lagebestimmung der Kamera quasi zeitgleich mit dem von der Studiokamera aufgenommenen Bild vorliegen, so daß eine optimale Anpassung des Studiobildes an das Computerbild/virtuelle Bild erfolgen kann.



In einer vorteilhaften Weiterbildung werden in die Lichtquellen nicht mit Wechselspannung, sondern mit Gleichspannung bestiebt. Hierdurch wird erreicht, daß die Lichtquellen permanent Licht imitieren, so daß eine Synchronisation zwischen der Lichtquellen und der Erfassungskamera obsolet ist. Dies führt zu erheblichen Kosteneinsparungen.



In noch einer anderen, bevorzugten Weiterbildung ist die Lichtquelle von einer nicht durchsichtigen aber zumindestens teilweise lichtdurchlässigen Kugel umgeben, deren Durchmesser zwischen 1 cm und 10 cm, vorzugsweise 5 cm beträgt. Hierdurch wird das von der Lichtquelle imitierte Licht gleichmäßig auf die Kugeloberfläche projiziert, so daß die erleuchtete Kugeloberfläche in einfacher Weise von dem CCD-Chip der Erfassungskamera erfaßt werden kann. Dieser gleichmäßige und gleichzeitig vergleichsweise große Lichtfleck unterscheidet sich deutlich von seinem zumindest im Infrarotbereich dunklen Hintergrund und verhindert so ein Verwackeln der von der Erfassungskamera aufgenommenen Bilder und bewirkt eine präzise Positionsbestimmung der jeweiligen Lichtquelle. Diese Kugel ist vorteilhafterweise aus Teflon geätzt, was sich als besonders günstig erwiesen hat.



Die derart von der Erfassungskamera aufgenommenen Bilder werden anschließend von einer Datenverarbeitungsanlage (Rechner) weiterverarbeitet. Hierzu werden die Bilder zunächst binarisiert, bevor mittels einer an sich bekannten Schwerpunktsberechnung der Schwerpunkt einer jeden Lichtquelle für jedes Bild separat berechnet wird. Hierdurch wird erreicht, daß für jedes Bild einer jeden Erfassungskamera ein sehr präziser Lagepunkt der jeweiligen Lichtquelle definiert werden kann. Da dem Rechner die Position und die Orientierung (Lage) einer jeden, fest installierten Erfassungskamera bekannt ist, kann der Rechner für jede Erfassungskamera eine Gerade im Raum bestimmen, die durch den auf dem CCD-Chip befindlichen Bildpunkt der jeweiligen Lichtquelle und einen fest definierten

Punkt in der Erfassungskamera bishin zur Lichtquelle führt. Durch Überlagern mehrerer dieser Geraden (je nach Anzahl der aktiven Erfassungskameras) kann dann die Lage der Lichtquelle im Raum bestimmt werden, da sich die Lichtquelle im Schnittpunkt dieser Geraden befinden muß. Im nächsten Schnitt berechnet der Rechner dann aus den ihm nun bekannten Positionen der verschiedenen Lichtquellen die Position und die Lage der Kamera.

Weitere Vorteile des erfindungsgemäßen Kamera Tracking Systems ergeben sich aus der beigefügten Zeichnung und den nachfolgend beschriebenen Ausführungsformen. Ebenso können die vorstehend genannten und die noch weiter ausgeführten Merkmale erfindungsgemäß jeweils einzeln oder in beliebigen Kombinationen miteinander verwendet werden. Die erwähnten Ausführungsformen sind nicht als abschließende Aufzählung zu verstehen, sondern haben vielmehr beispielhaften Charakter. Es zeigen:

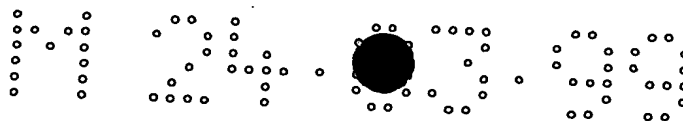
Fig. 1 eine Ansicht eines virtuellen Studios mit einem erfindungsgemäßen Kamera Tracking System;

Fig. 2 eine Studiokamera mit daran angebrachten, ringförmig angeordneten Lichtquellen;

Fig. 3 ein Flußdiagramm.

Figur 1 zeigt ein Blauraumstudio 10 mit einer (Studio-) Kamera 12 und vier an der Decke aufgehängten Erfassungskameras 14. Die Erfassungskameras 14 sind möglichst hoch und möglichst weit vom Mittelpunkt des Blauraumstudios entfernt aufgehängt und derart im Blauraumstudio verteilt, daß sie das Studio aus verschiedenen Blickwinkeln heraus erfassen.

Bei der hier benutzten Erfassungskamera 14 handelt es sich um eine



10

handelsübliche CCD-TV Kamera für schwarz-weiß Aufnahmen, die zur Aufnahme von infrarotem Licht umgebaut wurde. Das heißt der in handelsüblichen CCD-TV Kameras befindliche, das Infrarotlicht ausfilternde Filter wurde entfernt und durch einen das sichtbare Licht ausfilternden und nur das Infrarotlicht durchlassenden Filter ersetzt. Durch diese Umbaumaßnahme ist eine kostengünstige Erfassungskamera entstanden, die im Infrarotbereich ausgesendetes Licht besonders gut erkennt kann. Die vom CCD Chip erkannten Lichtpunkte werden dann an einem hier nicht dargestellten Rechner zur Auswertung weitergeleitet.

An der (Studio) Kamera 12 ist im Abstand von etwa 50 cm nach oben ein Ring 16 montiert, an dem über Distanzelemente 18 fünf Lichtquellen 20 gehalten sind. Die Lichtquellen 20 sind fest mit der Kamera 12 verbunden und machen folglich alle Bewegungen der Kamera 12 ebenso mit. Die Kamera 12 ist auf einem höhenverstellbaren Dreibein (Stativ) 22 montiert, dessen Beine Rollen aufweisen, so daß die gesamte Kamera 12 beliebig durch das Blauraumstudio 10 bewegt werden kann.

Der Ring 16 ist in sechs gleichgroße Abschnitte unterteilt, so daß auf dem Ring 16 sechs äquidistante Fixpunkte entstehen. Jede der fünf Lichtquellen 20 ist auf einem dieser sechs Fixpunkte angebracht, so daß zwangsläufig ein Fixpunkt 24 unbesetzt bleibt. Hierdurch ist es für die Erfassungskameras 14 zweifelsfrei möglich, die Orientierung der Kamera 12 zu bestimmen, da die Anordnung der Lichtquellen 20 aufgrund des unbesetzten Fixpunktes 24 unsymmetrisch ist.

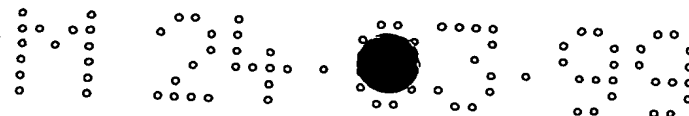
Die Lichtquelle 20 wird von einer handelsüblichen 12 Volt Halogen-Glühlampe gebildet, die von einem kugelförmigen Gehäuse aus Teflon umgeben ist. Die Halogen-Glühlampen werden mit einer Gleichspannung von 4,5 Volt betrieben, so daß diese dementsprechend nur schwach glimmen. Die hierdurch erzielte, schwache Lichtimmission findet überwiegend im Infrarotbereich statt und kann von daher sehr gut von den ebenfalls im

Infrarotbereich arbeitenden Erfassungskameras 14 wahrgenommen werden. Die aus Teflon gebildeten Gehäuse sind so dünnwandig ausgebildet, daß man durch sie zwar nicht hindurchsehen kann, daß sie aber dennoch lichtdurchlässig sind. Hierdurch wird eine vergleichsweise große Lichtquelle 20 erzielt, deren Oberfläche annähernd gleichmäßig ausgeleuchtet ist, so daß die Erfassungskamera 14 einen deutlichen und gegenüber dem Hintergrund scharf umrissenen Lichtpunkt wahrnehmen kann.

Die (Studio) Kameras 12 arbeiten in Deutschland üblicherweise mit einer Bildfrequenz von 50 Hertz und in Amerika mit einer Bildfrequenz von 60 Hertz. Damit der die von der Erfassungskamera 14 gelieferten Bilder auswertende Rechner die momentane Position der Kamera 12 in korrekter Weise dem virtuell erzeugten Bildhintergrund zuordnen kann, sollte die Erfassungskamera 14 mit der (Studio-) Kamera 12 synchronisiert sein, damit zu jedem von der Kamera 12 aufgenommenen Bild die exakte Momentanposition bestimmt werden kann. Folglich arbeitet die Erfassungskamera 14 ebenfalls mit 50 bzw. 60 Hertz.

Die Arbeitsweise des erfindungsgemäßen Kamera Tracking Systems vorzugsweise im Infrarotbereich hat den Vorteil, daß hierdurch Streulicht und andere Lichtquellen, die zur Ausleuchtung der Akteure bzw. der Bühne erforderlich sind, von der Erfassungskamera 14 nicht oder nur schlecht erkannt werden. Daß von den Lichtquellen 20 initiierte Infrarotlicht wird von der Erfassungskamera 14 jedoch sehr gut erkannt, während das Licht im sichtbaren Bereich ausgefiltert wird. Durch eine derartige Trennung der verschiedenen Lichtspektren kann das Kamera Tracking System die Position und Lage der Kamera 12 zuverlässig feststellen.

Die Auswertung der von den Erfassungskameras 14 aufgenommenen Bilder erfolgt nach folgendem Verfahren:



12

Vorteilhafterweise werden die Erfassungskameras 14 fest an der Studio-
decke montiert, wobei die Position und die Ausrichtung einer jeden
Erfassungskamera durch Kalibrieren genau festgelegt wird. Während des
Betriebs des erfindungsgemäßen Kamera Tracking Systems werden von den
Erfassungskameras 14 exakt zeitgleich, d. h. mit gleicher Frequenz und
synchronisiert, zu der (Studio) Kamera 12 vier Aufnahmen der Lichtquellen
20 gemacht und an einen Rechner weitergeleitet. Dabei bilden die ver-
gleichsweise großen Lichtquellen 20 einen entsprechend großen Lichtfleck
auf dem CCD-Chip der Erfassungskamera 14. Die einzelnen Festkörper-
Matrixen der CCD-Chips liefern dann ein entsprechendes Signal an den
Rechner, wenn diese Festkörper-Matrix über einen gewissen Grenzwert
hinaus Infrarotlicht empfängt.

Der Rechner wertet die empfangenen Lichtsignale derart aus, daß er nur die
Signale als eine echte Lichtquelle wahrnimmt, bei der eine entsprechende
Vielzahl von benachbarten Festkörper-Matrixen ein Signal sendet
(binarisieren). Anschließend wird über eine allgemein übliche Schwerpunkt-
bestimmung auch der Schwerpunkt einer jeden Lichtquellen im Bild
durchgeführt. Hierzu ist eine relativ große Ausgestaltung der einzelnen
Lichtquellen 20 vorteilhaft, da hierdurch relativ scharf umrissene und
gleichzeitig relativ große Lichtpunkte aufgenommen werden. Auch ist
hierdurch die Verwechslungsgefahr mit anderen Lichtquellen minimiert, da
derartig große infrarot imitierende Lichtquellen im Blauraumstudio 10 selten
vorkommen.

Nachdem auf jedem einzelnen Bild einer jeden Erfassungskamera 14 die
einzelnen Lichtquellen mittels ihrer Schwerpunkte definiert sind, wird eine
durch den Schwerpunkt der Lichtquelle auf dem CCD-Chip und einem de-
finierten Punkt innerhalb der Erfassungskamera 14 hindurchlaufende Gerade
bestimmt. Somit hat der Rechner für jede Lichtquelle 20 vier Geraden im
Raum zur Verfügung, die sich in einem bestimmten Punkt schneiden. Dieser

Schnittpunkt ist der tatsächliche Ort der Lichtquelle 20 im Blauraumstudio 10. Da die verschiedenen Erfassungskameras 14 das Blauraumstudio 10 von allen Seiten, also dreidimensional erfassen, kann hiermit die Position einer jeden Lichtquelle 20 im Raum bestimmt werden.

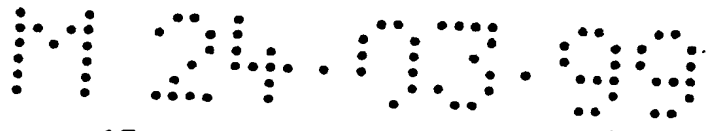
Nachdem alle fünf Lichtquellen 20 im Raum bestimmt sind, läßt sich die Position und die Orientierung (Lage) der (Studio-) Kamera 12 bestimmen, da diese in einem bekannten Verhältnis zu den Lichtquellen 20 steht.

Bei einem derartigen Messen und Auswerten der Lichtpunkte können naturgemäß Meß- und/oder Rechenungenauigkeiten auftreten, so daß es in der Praxis vorkommt, daß sich die vier vom Rechner bestimmten Geraden nicht wirklich in einem Punkt treffen. Deshalb führt der Rechner noch allgemein bekannte, analytische Fehlerabschätzungen durch, um aus den festgelegten vier Geraden einen möglichst genau der tatsächlichen Lage der Lichtquelle entsprechenden Punkt im Raum zu definieren.

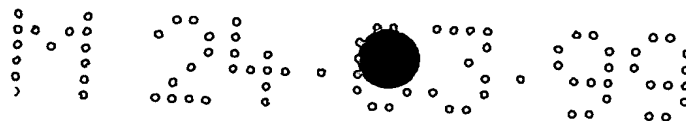
In einer nicht dargestellten Ausführungsform weist das erfindungsgemäße Kamera Tracking System zehn oder mehr Erfassungskameras auf. Dies hat unter anderem den Vorteil, daß hierdurch zehn Geraden im Raum bestimmt werden, die sich theoretisch in einem Punkt treffen sollten. Durch diese zusätzlichen, redundanten Geraden läßt sich die Genauigkeit der rechnerisch bestimmten Lichtquelle im Vergleich zur tatsächlichen Lichtquelle weiter erhöhen, da durch das zusätzliche Datenmaterial auftretende Meß- und/oder Rechenfehler besser herausgerechnet werden können. Ein weiterer Vorteil besteht darin, daß durch die redundanten Erfassungskameras eine zuverlässigere Erfassung der einzelnen Lichtpunkte erfolgen kann, das heißt, daß ein unbeabsichtigtes Abdecken einzelner Lichtpunkte keine großen Folgen auf die Auswertung hat.

Bezugszeichenliste:

10	Blauraumstudio
12	(Studio-) Kamera
14	Erfassungskamera
16	Ring
18	Distanzelement
20	Lichtquelle
22	Dreibein / Stativ
24	Fixpunkt

**Patentansprüche:**

1. Kamera Tracking System für ein virtuelles Fernseh- oder Videostudio zur Positions- und/oder zur Lagebestimmung einer Kamera (12) mit mindestens zwei, vorzugsweise fünf, an der Kamera (12) oder an dessen Stativ (22) anzubringenden Lichtquellen (20), mit mindestens zwei, vorzugsweise vier, Erfassungskameras (14) zur bildlichen Erfassung der Lichtquellen (20) und mit einer Recheneinheit zur Auswertung der von den Erfassungskameras (14) erfassten Bilder.
2. Kamera Tracking System nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Recheneinheit unter Bestimmung des Schwerpunktes erkannter Lichtquellen (20) die momentane Lage der Lichtquelle (20) definiert.
3. Kamera Tracking System nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Erfassungskameras (14) oberhalb, vorzugsweise mehr als 1 m oberhalb, der Lichtquellen (20) angebracht sind.
4. Kamera Tracking System nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Erfassungskameras (14) annähernd gleichmäßig im Studio (10) verteilt sind.
5. Kamera Tracking System nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Lichtquellen (20) in einer Ebene angeordnet sind, insbesondere daß die Lichtquellen (20) auf einem Ring (16) angeordnet sind.

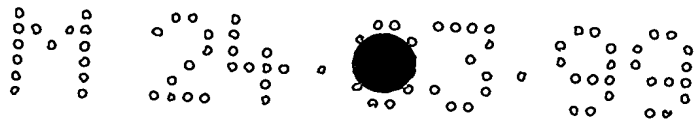


16

6. Kamera Tracking System nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen der Lichtquelle (20) und dem Ring (16) oder der Kamera (12) ein Distanzelement (18) vorgesehen ist.
7. Kamera Tracking System nach einem der Ansprüche 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, daß auf dem Ring (16) äquidistant eine Anzahl von Fixpunkten vorgesehen ist, wobei die Anzahl der Fixpunkte, vorzugsweise um eins, größer ist als die Anzahl der Lichtquellen (20) und wobei jede Lichtquelle (20) auf einem Fixpunkt (24) angeordnet ist, so daß mindestens ein Fixpunkt (24) unbesetzt bleibt.
8. Kamera Tracking System nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Lichtquelle (20) und die Erkennungskameras (14) überwiegend im Infrarot Bereich arbeiten.
9. Kamera Tracking System nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die an der Lichtquelle (20) anliegende Betriebsspannung kleiner ist, als die Sollspannung der Lichtquelle (20).
10. Kamera Tracking System nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Erfassungskamera (14) eine schwarz-weiß CCD-TV Kamera ist.
11. Kamera Tracking System nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Erfassungskamera (14) ein nur infrarotes Licht durchlassender

Filter vorgeschaltet ist oder daß in die Erfassungskamera (14) ein solcher Filter integriert ist.

12. Kamera Tracking System nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Erfassungskamera (14) eine automatische Blendenregelung aufweist.
13. Kamera Tracking System nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Erfassungskamera (14) eine Bildfrequenz von 50 Hertz bzw. 60 Hertz aufweist, insbesondere daß die Erfassungskamera (14) 50 bzw. 60 Halbbilder in der Sekunde aufnimmt und daß die Erfassungskameras (14) mit der Kamera (12) synchronisiert sind.
14. Kamera Tracking System nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Lichtquelle (20) mit Gleichspannung betrieben wird.
15. Kamera Tracking System nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Lichtquelle (20) von einer nicht durchsichtigen, aber zumindest teilweise lichtdurchlässigen Kugel umgeben ist, die einen Durchmesser zwischen 1 cm und 10 cm, vorzugsweise 5 cm, aufweist.
16. Kamera Tracking System nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß die Kugel zumindest überwiegend aus gefrästem Teflon besteht.



17. Verfahren zur Positions- und/oder zur Lagebestimmung einer Kamera (12) in einem virtuellen Fernseh- oder Videostudio gekennzeichnet durch die folgenden Schritte:

- filmen von an der Kamera (12) oder an deren Stativ (22) angebrachten Lichtquellen (20) durch entsprechende Erfassungskameras (14);
- binarisieren der gefilmten Bilder;
- berechnen des Schwerpunktes einer jeden Lichtquelle (20) für jedes Bild separat;
- definieren des berechneten Schwerpunktes als die momentane Position der jeweiligen Lichtquelle (20) im jeweiligen Bild;
- bestimmen der Position jeder einzelnen Lichtquelle (20) im Raum unter Einbeziehung der definierten Positionen in den Bildern der involvierten Erfassungskameras (14);
- berechnen der momentanen Position und/oder der momentanen Lage der Kamera (12) anhand der räumlichen Position der einzelnen Lichtquellen (20).

18. Verfahren nach Anspruch 17,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,

daß die Erfassungskameras (14) vor der Benutzungsaufnahme des Kamera Tracking Systems kalibriert werden.

19. Verfahren nach einem der Ansprüche 17 oder 18,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,

daß die Erfassungskameras (14) mit der Kamera (12) synchronisiert werden.

18.09.98



1/3

24

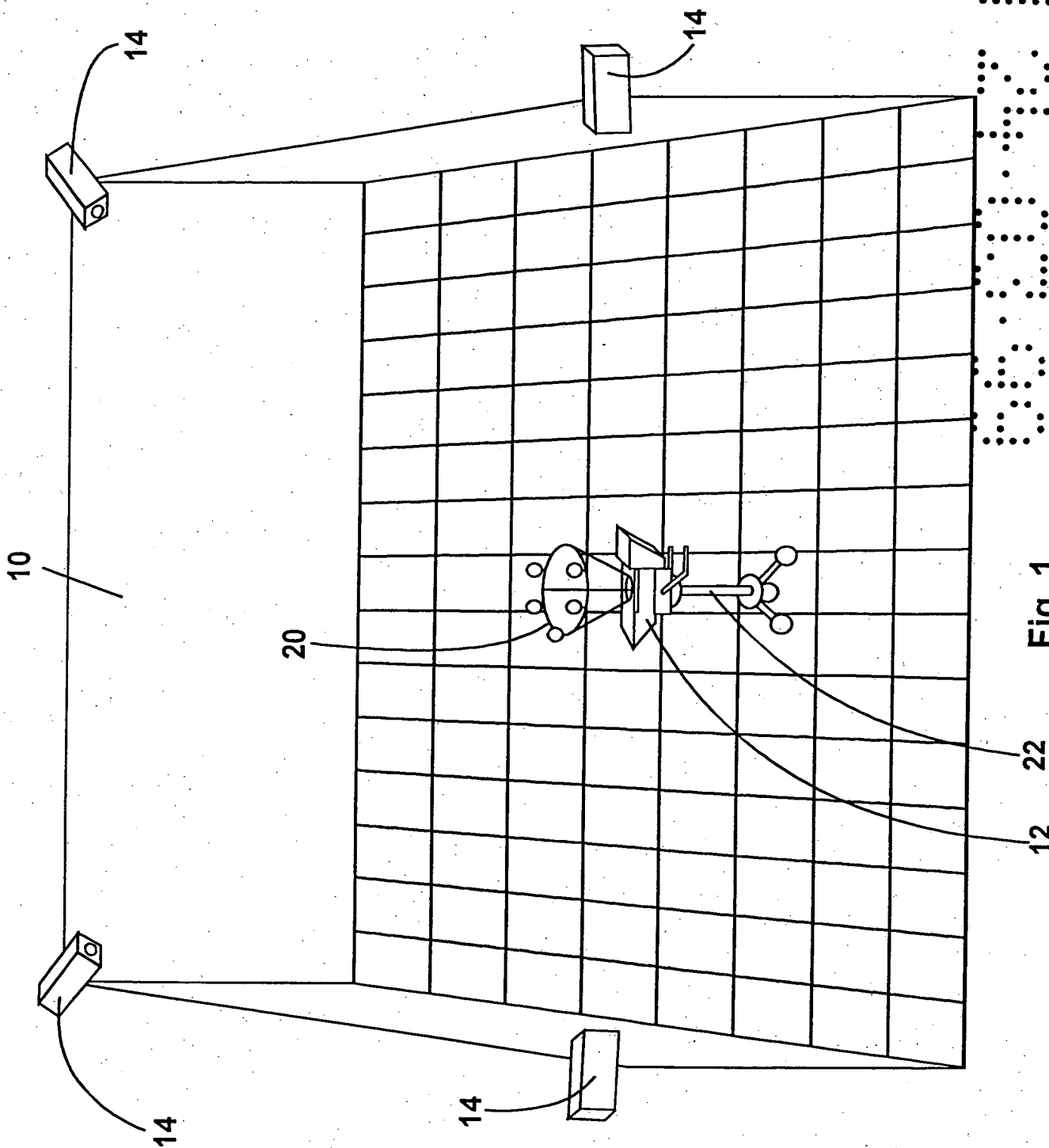


Fig. 1

18-00-00



2/3

23

3
4
5
6
7

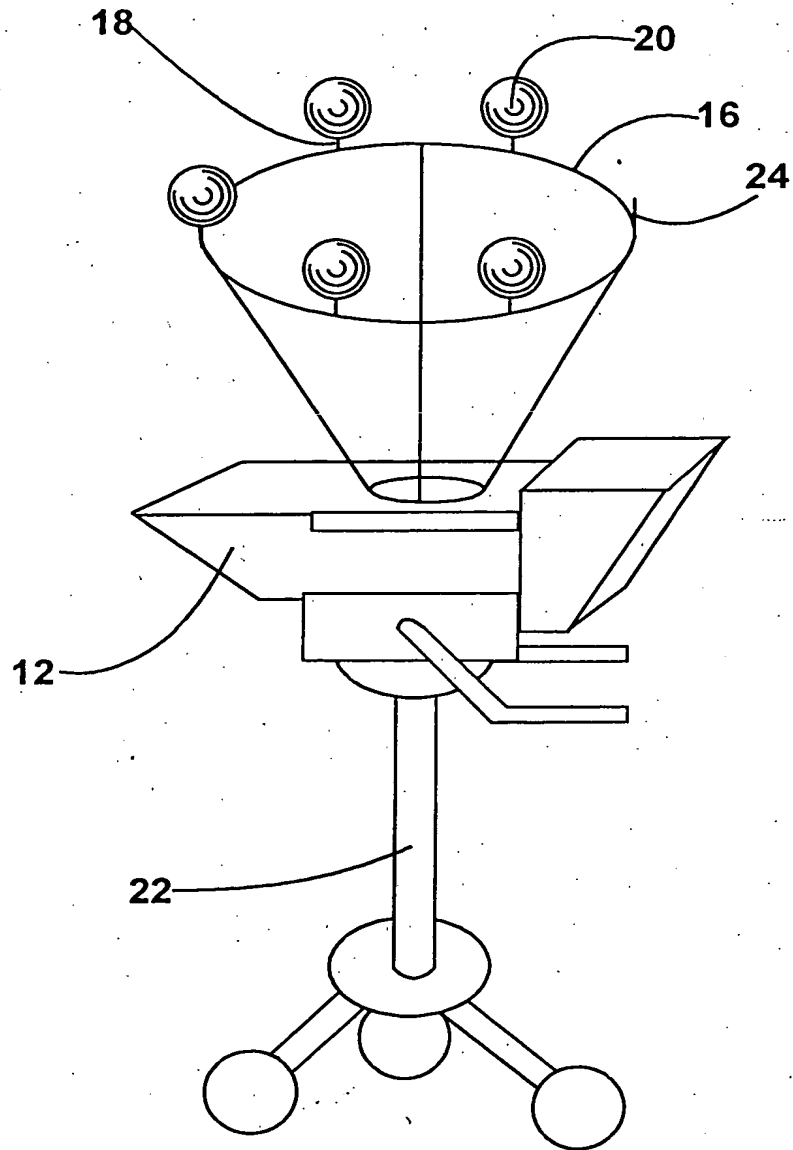
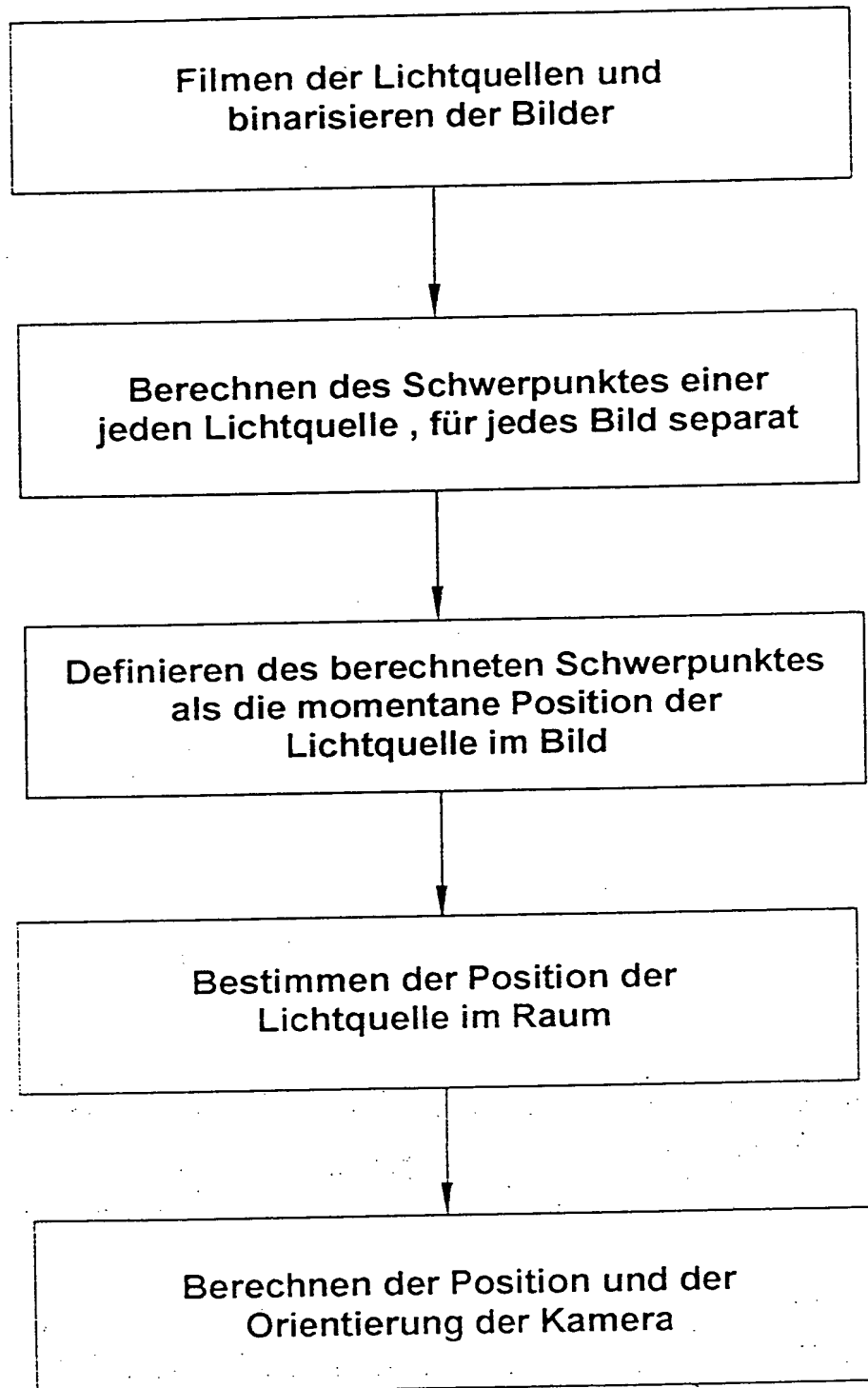


Fig. 2





ANSPRÜCHE

1. Kamera Tracking System für ein virtuelles Fernseh- oder Videostudio zur Bestimmung der Position und/oder Ausrichtung einer Aufnahmekamera mit
 - mindestens drei Emittervorrichtungen zur Abgabe von elektromagnetischer Strahlung, wobei die Emittervorrichtungen mechanisch mit der Aufnahmekamera koppelbar sind,
 - mindestens zwei Detektorvorrichtungen zur Erfassung der Lage der Emittervorrichtungen anhand der von den Emittervorrichtungen abgegebenen elektromagnetischen Strahlung, wobei mit jeder Detektorvorrichtung mehrere Emittervorrichtungen erfaßbar sind, und
 - einer Recheneinheit zur Auswertung der von den Detektorvorrichtungen erfaßten und von den Emittervorrichtungen abgegebenen elektromagnetischen Strahlung und zur Ermittlung der Position und/oder Ausrichtung der mindestens drei Emittervorrichtungen relativ zu den mindestens zwei Detektorvorrichtungen und
 - einem mit den Emittervorrichtungen koppelbaren und Meßwerte liefernden Gyroskop, das mit der Recheneinheit verbunden ist, wobei die Recheneinheit die Meßwerte des Gyroskop zur Korrektur der mit Hilfe der Detektorvorrichtungen ermittelten Ausrichtung der Emittervorrichtungen verarbeitet.
2. Kamera Tracking System nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Emittervorrichtungen aktiv arbeitende Sendevorrichtungen zum Aussenden der elektromagnetischen Strahlung in Richtung auf die Detektorvorrichtungen oder passiv arbeitende Reflektionsvorrichtungen zum Reflektieren von elektromagnetischer Strahlung in Richtung auf die Detektorvorrichtungen sind.
3. Kamera Tracking System nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Emittervorrichtungen an einem mit der Aufnahmekamera koppelbaren Halteelement angeordnet sind.
4. Kamera Tracking System nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Emittervorrichtungen

GEÄNDERTES BLATT



vorrichtungen derart an dem Halteelement angeordnet sind, daß sie die elektromagnetische Strahlung von einer gemeinsamen Seitenfläche oder von zwei winklig, insbesondere im wesentlichen rechtwinklig zueinander verlaufenden Seitenflächen abstrahlen.

5. Kamera Tracking System nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß das Halteelement ein Ring ist, der eine obere Stirnfläche und eine seitliche umlaufende Umfangsfläche aufweist, die an die Stirnfläche angrenzt.
6. Kamera Tracking System nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Emittervorrichtungen an der Stirnfläche des Rings angeordnet sind.
7. Kamera Tracking System nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Emittervorrichtungen auch an der Umfangsfläche angeordnet sind.
8. Kamera Tracking System nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Emittervorrichtungen jeweils eine sphärische Emitterfläche aufweisen, aus der die elektromagnetische Strahlung austritt und/oder von der sie reflektiert wird.
9. Kamera Tracking System nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Emittervorrichtungen jeweils eine ebene Emitterfläche aufweisen, aus der die elektromagnetische Strahlung austritt und/oder von der sie reflektiert wird.
10. Kamera Tracking System nach Anspruch 9 und 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Emitterflächen in einer gemeinsamen Seitenfläche oder in den beiden winklig zueinander verlaufenden Seitenflächen des Halteelements liegen.
11. Kamera Tracking System nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet,
 - daß eine elektromagnetische Strahlung aussendende, insbesondere als vorzugsweise im Infrarotbereich sendende Lichtquelle ausgebildete Kalibrierungsvorrich-

tung vorgesehen ist, die von den Detektorvorrichtungen und der Studiokamera erfaßbar ist, und

- daß die Recheneinheit
 - anhand der von den Detektorvorrichtungen bei Bewegung der Kalibrierungsvorrichtung gelieferten Signale die geometrische Beziehung der Detektorvorrichtungen relativ zueinander und anhand der von den Detektorvorrichtungen bei stillstehender Kalibrierungsvorrichtung gelieferten Signale die geometrische Beziehung der Detektorvorrichtungen relativ zum Studio ermittelt und
 - anhand der von der Studiokamera bei Erfassung der Kalibrierungsvorrichtung gelieferten Signale die Relativlage des Knotenpunkts (nodal point) der Studiokamera zur Anordnung der mit der Studiokamera gekoppelten Emittervorrichtungen ermittelt.
12. Kamera Tracking System nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Emittervorrichtungen insbesondere im Infrarotlichtbereich abstrahlende Lichtquellen aufweisen und daß die Detektorvorrichtungen als Erfassungskameras für das Licht dieser Lichtquellen ausgebildet sind.
 13. Kamera Tracking System nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Lichtquellen der Emittervorrichtungen in Vertiefungen des Halteelements angeordnet sind und daß die Vertiefungen jeweils durch eine Abdeckung abgedeckt sind, die die Emittterflächen bilden.
 14. Kamera Tracking System nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Abdeckungen das Licht der Lichtquellen diffus abstrahlen.
 15. Kamera Tracking System nach einem der Ansprüche 12 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß die Lichtquellen Leuchtdioden sind, wobei jeder Emittervorrichtung eine Vielzahl von Leuchtdioden zugeordnet sind, die einzeln, gruppenweise oder gemeinsam schaltbar sind.

16. Kamera Tracking System nach Anspruch 2 und 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Emittierflächen der Emittiervorrichtungen als Reflektoren für elektromagnetische Strahlung ausgebildet sind.
17. Kamera Tracking System nach einem der Ansprüche 1 bis 16, dadurch gekennzeichnet, daß die Emittiervorrichtungen ungleichmäßig verteilt angeordnet sind.

